

Hőség, és oda a bőség

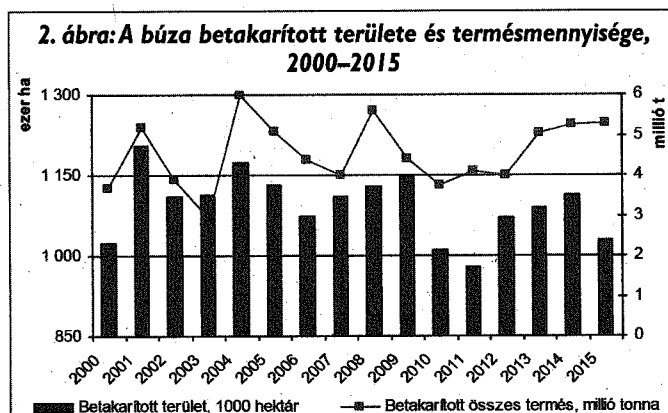
Mára az időjárásban fellépő szélsőségek részben az optimális hőmérséklettől eltérő erőteljes ingadozásokban mutatkoznak meg, nem kis gondot okozva a mezőgazdaságban. A szélsőségek még hatványozottabban képesek megnyilvánulni, például ha az extrém hőmérséklethez még szárazság is társul, ami hazánkban viszonylag gyakori a vegetációs időszakban. A jelentősebb csökkenések leginkább a tavaszi csapadékösszegekben mutatkoznak meg. Ennek ellenére előfordult, hogy április végén, május elején a magas hőmérséklet, vagy éppen a túl sok csapadék okozott problémát a gabonák korábbi fejlődési szakaszaiban. A nyári időszakok csapadékmennyisége a korábbi évekhez képest számottevően nem változott, viszont a fokozatosan emelkedő nyári hőmérséklettel együtt fellépő szárazság már jelentősebb károkat okozhat a kalászos gabonafélék termésfejlődésének és szemtelítődésének időszakában.

Az MTA ATK Mezőgazdasági Intézet fitotronja egyedülálló lehetőséget nyújt ahhoz, hogy a különböző stressztényezők (szárazság, hőstressz) növényekre kifejtett hatását egymástól függetlenül vagy kombinálva, kontrollált körülmények között is tanulmányozni tudjuk és megismerkedjünk a kalászosok termőképességét egyre inkább veszélyeztető körülményekkel és azok következményeivel.

Az utóbbi évtizedek időjárása igazolja a Kárpát-medencében az előrejelzéseket, melyek szerint a klimatikus szélsőségek előfordulási gya-

korisága fokozottan nő. Ezek a szélsőséges hatások a kalászos gabonafélék érési időszakában halmozottan jelentkezhetnek, befolyásolva az egyik legfontosabb mezőgazdasági növényünk, a búza termését.

Az országos évi középhőmérsékletek (1901–2014) adatait vizsgálva a hőmérsékleti értékekhez illesztett lineáris trend (1. ábra) emelkedést mutat, amelynek mértéke az elmúlt 115 évben $+1,20\text{ }^{\circ}\text{C}$, az elmúlt 30 évre vonatkozóan pedig $+1,62\text{ }^{\circ}\text{C}$. Az elmúlt 115 év nyári középhőmérsékleteit tekintve 2015 nyara a legmele-



gebbek között szerepelt. (OMSZ adatok alapján).

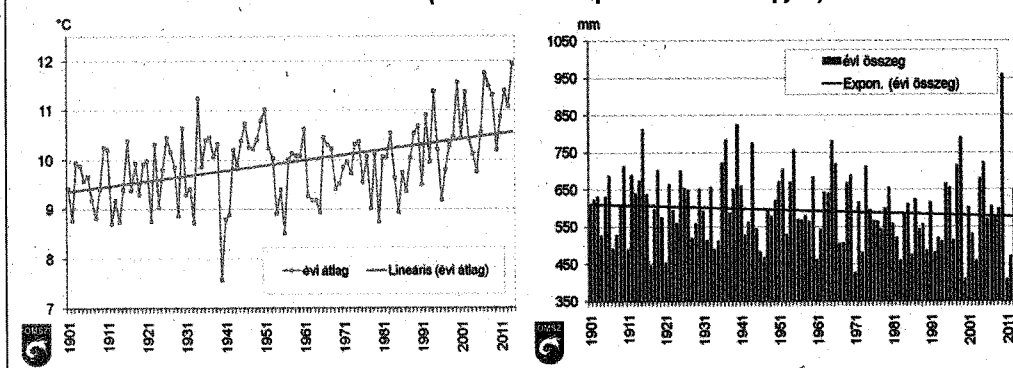
Hazánk időjárása a meteorológiai adatok alapján is kisebb nagyobb ingadozásokkal jellemezhető. Ez a változékonyság hatással lehet a kalászos gabonák termesztésére. Gazdasági növényeink termőképességét viszont önmagában nemcsak a hőmérséklet és a csapadék mennyisége, valamint eloszlása befolyásolhatja, hanem egyéb tényezők is, mint például a talaj minősége, tápanyagellátottsága, a kórokozók és kártevők elleni hatékony védekezés megléte vagy hiánya. Ennek következtében az elmúlt évek termésadatait áttekintve, hazánk búzatermelésében is erőteljes ingadozások figyelhetők meg. Ahogy időjárás szempontjából két egyforma évet nem találunk, úgy két egyforma terméshez sem lehet kimutatni.

A KSH adatai szerint az országban 2015-ben összesen 5,28 millió tonna búzát takarítottak be (5,14 t/ha), ami 21 594 tonnával volt több a 2014. évi termésnél (4,73 t/ha), annak ellenére, hogy a termőterület is csökkent az elmúlt évekhez képest (2. ábra). Az elmúlt 15 évet tekintve ez a harmadik legmagasabb terméshozam, ennél magasabb búzatermés csak 2004-ben (6 millió tonna) és 2008-ban (5,63 millió tonna) volt. Ezzel szemben az elmúlt 15 év legalacsonyabb terméshozamát országosan a 2003-as (rendkívül aszályos) és a 2010-es (rendkívül csapadékos) években kaptuk. Fontos hangsúlyozni, hogy nemcsak a csapadék mennyisége, hanem annak eloszlása is nagymértékben befolyásolja a termés nagyságát.

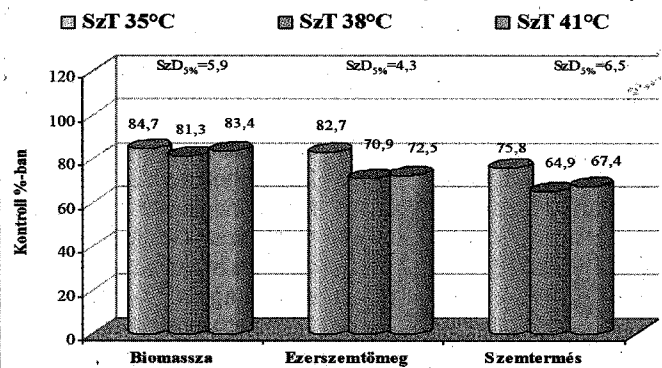
A szárazság hatásainak vizsgálata mellett nagyon fontosnak tartjuk a magas hőmérséklet miatt bekövetkező változások tanulmányozását is. A hőstresszel kapcsolatos kutatásainkat a növényegyed tanulmányozásától a molekuláris genetikai szintű vizsgálatokig klímakamrában és üvegházban végezzük.

Nemzetközi és hazai eredmények is bizonyították, hogy a növények vegetációs fejlődési szakasza folyamán fellépő magas hőmérséklet negatívan befolyásolhatja a búzák fejlődését, növekedését, kalászolá-

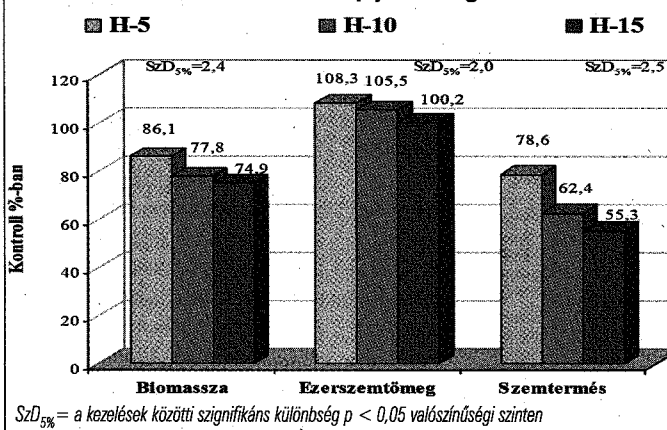
1. ábra: Az országos évi középhőmérsékletek és az országos évi csapadékösszegek 1901 és 2014 között (az OMSZ interpolált adatai alapján)



3. ábra: A termés, a biomassza és az ezerszemtömeg változása a szemtelítődéskor (SzT) alkalmazott magas, eltérő mértékű hőstresszkezelések hatására (35 °C, 38 °C, 41 °C)



4. ábra: A búzák hasban kalászosításakor alkalmazott 5, 10 és 15 napos hőstresszkezelés (H-5, H-10, H-15) hatása a terméshozamra a fajták átlagában



sát vagy termésképzését. A magas hőmérséklet hatására kialakult hőstressz állapot következtében fellépő vízellátottsági zavarok több fiziológiai anyagcsere folyamatot is hátrányosan érintenek. A magasabb átlaghőmérséklet felgyorsítja a növények fejlődését, virágzását és érését. A lerövidülő fejlődési időszak következtében csökken a növényenkénti produktív hajtások száma, a kalásonkénti szemszám visszaesik, valamint kisebb szemméret figyelhető meg. Mindezek együttesen jelentős termésvesztést válthatnak ki.

A szántóföldön a növényeknek nem egyszer kell rendkívüli forróságot átvészelniük és alkalmazkodniuk, hogy túléljenek. Forróság hatására az öregedési folyamatok felgyorsulnak és a gabonaféléknél lerövidül a szemtermés kifejlődésének az

ideje, ami aztán a szemsúly csökkenésén keresztül jelentős termésvesztéshez vezethet. Érés idején a 35 °C is már elég meleg, főleg ha több, mint két héten keresztül tart. A fitotronban szabályozott körülmények között megvizsgáltuk, milyen változásokat eredményez egy még drasztikusabb 38 vagy 41 °C-os extrém tartós hőmérséklet szemtelítődés idején.

A 3. ábra jól szemlélteti, hogy mind a 38 és a 41 °C-os hőstressz hatására jóval nagyobb mértékben csökkent a biomassza (-18,7%, -16,6%), az ezerszemtömeg (-29,1%, -27,5%) és a szemtermés (-35,1%, -32,6%), mint a 35 °C-os kezelés következtében. A 38 és 41 °C-os kezelés közötti 3 fokal eltérés viszont már olyan kicsinek bizonyult, hogy a hatásaik között számottevő különbséget nem tudtunk kimutatni a vizsgált tulajdonságokban. →

ODESI
fluid power



OD
SERATOR

a folyékony gyomolló

- Kiváló hatékonyság minden fontos kétszikű kalászos gyom ellen
- Kiemelkedő hatás a ragadós galaj, a mezei acat és a kamilla-félék ellen
- Tökéletesen kulturnövénykimelő
- Rugalmas felhasználási idő, megkésett gyomirtásra is használható
- Fokozott hatásbiztonságot nyújtó, könnyen kezelhető új formuláció

Bayer CropScience

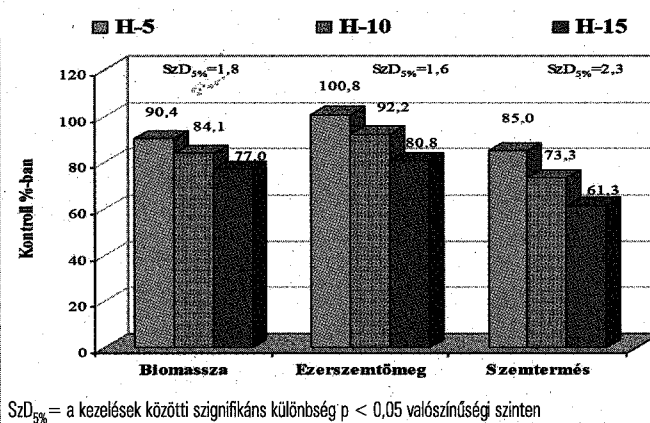
A növényvédő szereket biztonságosan kell használni.
Használat előtt mindig olvassa el a címkét és a használati útmutatót!

→ A különböző fejlődési állapotokban a növények eltérő érzékenységgel reagálnak a magas hőmérsékletre. A természetben többször is előfordulhat, hogy már kora tavasztól extrém meleg hőmérsékleti periódusok váltják egymást. Így a búzafajtákat akár hasban kalászos állapotban (4. ábra) vagy korai szemtelítődéskor (5. ábra) is érheti hőstressz.

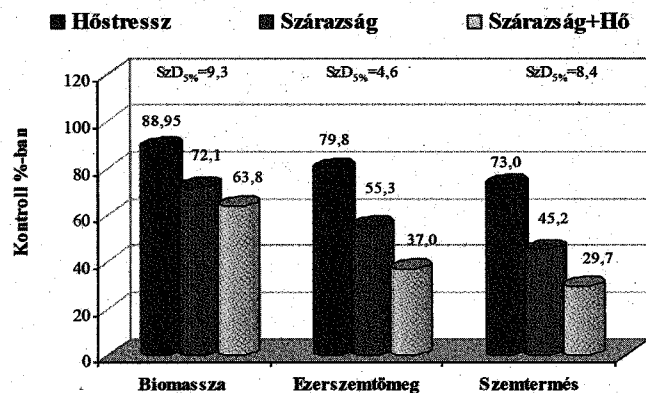
Mindkét fejlődési stádiumban fontos folyamatok játszódhatnak le, melyekben a magas hőmérséklet zavart okozhat. Például az egyik legfontosabb, a fotoszintézis intenzitásának csökkenése, ami szoros összefüggésben van az érés folyamán a levelekből a szemekbe szállítódó asszimilátumok mennyiségével. A fajtától és annak fejlettségi állapotától függően 40–70 százalékkal csökkenhet a levelek fotoszintézise. A reproduktív szakasz is meglehetősen érzékenynek tekinthető, ugyanis a hőstressz rövid periódusai jelentősen megnövelhetik a virágrügyek és a kinyílt virágok abortációját. Ha a gabonaféléket a virágzás időszakában tesszük ki az extrém hőmérsékletnek, az káros hatással van a megtermékenyítésre és a szemek fejlődésére, ami szintén csökkent terméshozamhoz vezet.

Az sem elhanyagolható tényező, hogy a magas hőmérséklet hány napon keresztül fejti ki a hatását. A 4. és az 5. ábra egy 5–10–15 napig tartó hőstressz hatását szemlélteti a búzánövények hasban kalászos és korai szemtelítődése idején. A két fejlődési fázis érzékenységét összehasonlítva megállapítottuk, hogy a búzák terméshozamában nagyobb csökkenés történt akkor, hogyha a hőstressz hasban kalászoskor lépett fel (H-5: -21,4%, H-10: -37,6%, H-15: -44,7%). A 36 °C kisebb mértékben az ezerszemtőmeg növekedését váltotta ki a nagymértékű szemszám-csökkenés következtében. A hasban kalászoskor alkalmazott

5. ábra: Kalászosítás után 6 nappal (korai szemtelítődés idején) 5, 10 és 15 napos hőstresszkezelés (H-5, H-10, H-15) hatása a terméshozamra a fajták átlagában



6. ábra: A magas hőmérséklet, a szárazság, illetve a szárazság és a hőmérséklet együttes hatása a terméshozamra szemtelítődés idején a vizsgált fajták átlagában



hőstressz a szemképződést olyan mértékben károsította, ami miatt a szemek számában nagyarányú csökkenés következett be. A kezelés megszűnése után visszaálló normális szintű asszimilátumképzés a kevesebb búzaszemben fokozottabb beépülést eredményezett, ami magasabb ezerszemtőmeghez vezetett. Ezzel szemben az éréskori magas hőmérséklet az ezerszemtőmeg csökkenését váltotta ki. Minél hosszabb ideig állt fenn hőstressz állapot, annál nagyobb csökkenés volt kimutatható a biomasszában, ezerszemtőmegben, valamint a szemtermésben.

Szántóföldön mégis sokszor a fő problémát a magas hőmérséklet mellett gyakran a vele együtt előforduló szárazság is okozza. A növényter-

mesztés szempontjából a hőmérséklet és a víz az egyik legfontosabb tényezők közé tartoznak, melyek az egyedfejlődés során komoly határt szabnak a növények fennmaradásának, növekedésének és produktivitásának. Ha már a vegetációs időszak elején kevesebb csapadék esik, és a talaj felső rétege nem telítődik vízzel, akkor jelentős termés-csökkenés várható. Mindemellett problémát okoz az is, hogy a kevesebb csapadék intenzívebben érkezik. Ez egyrészt a csapadék hasznosulását, vagyis a vízháztartást rontja, másrészt közvetlenül veszélyeztetheti a termés mennyiségét és minőségét.

A búza vízigénye a szárbaszökkenéstől a szemképződésig a legnagyobb, a kora tavaszi szárazság viszont a bokrosodás akadályozottsága miatt

hátrányos. A vízhiány késlelteti az oldalhajtások megjelenését és a megtermékenyülést. Szárazság hatására a növények kalászosodása késik, csökken a biomassza és a terméshozam.

Az említett eredmények azt mutatják (3., 4. és 5. ábra), hogy a hőstressz már önmagában is negatívan képes a termésképzést befolyásolni. Mivel a magas hőmérséklet sokszor a szárazsággal egyidejűleg figyelhető meg a természetben, ezért további vizsgálatokat végeztünk annak érdekében, hogy kiderítsük a szárazsággal kombinált hőstressz mekkora kárt okoz a búzánövényekben szemtelítődés idején. A 6. ábra szemlélteti, hogy a szárazság drasztikusabb (biomassza: -27,9%, ezerszemtőmeg: -44,7%, szemtermés: -54,8%) csökkenést eredményezett a vizsgált tulajdonságokban, mint a hőstressz (biomassza: -11%, ezerszemtőmeg: -20,2%, szemtermés: -27%). A szárazság és a hőstressz együttes alkalmazásával azonban a negatív hatások még hatványozottabban jelentkeztek, még jelentősebb csökkenést váltva ki a növények biomasszájában (-36,2%), ezerszemtőmegében (-63%), valamint a szemtermésében (-70,3%).

A bemutatott eredmények is arra utalnak, hogy szoros összefüggés figyelhető meg a szélsőségesen változó időjárási körülmények és a gabonafélék termőképessége között. Vitathatatlan tény, hogy az időjárás változik rövid és hosszú távon egyaránt. A jövőben is várhatók kedvezőbb és kedvezőtlenebb időjárási körülmények, melyek befolyásolják a kalászosok termesztését, termeszethetőségét.

BALLA KRISZTINA, VEISZ OTTÓ,
BENCZE SZILVIA, KISS TIBOR,
BÁNYAI JUDIT, KARSAI ILDIKÓ
MTA Agrártudományi Kutatóközpont,
Martonvásár

(Eredményeinket több fontos pályázat segítségével érték el, melyek közül kiemeljük az OM-00018/2004, a DROPS EU-FP7 No. 244374, az EU BONUS 12-1-2012-0017, az OTKA K-105949 pályázatokat és a Bolyai János Kutatási Ösztöndíjat.)